Innovation Management and Operational Strategies

http://www.journal-imos.ir

Innovation Management and Operational Strategies, Volume 1, Issue 4, Page: 403-421

Paper Type: Original Article

Design of A New Fuzzy Expert System for Project Portfolio Risk Management

Masoumeh Zahedi*, Mohamad Khalilzadeh, Hasan Javanshir

Department of Industrial Engineering, Research Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Citation:

Zahedi, M., Khalilzadeh, M., & Javanshir, H. (2021). Design of a new fuzzy expert system for project portfolio risk management. *Innovation management and operational strategies*, *1*(4), 403-421.

Received: 18/09/2020	Reviewed: 22/11/2020	Revised: 11/12/2020	Accept: 05/01/2021

Abstract

Purpose: The aim of this study was to design a new fuzzy expert system for project portfolio risk management in ongoing projects of a first mobile holding.

Methodology: To do this; To identify the risks from the Dematel method developed in Excel, to evaluate and determine the most important risks from the fuzzy FMEA methods in Excel and the AHP method in Expert Choice software; And to select the optimal risk response, a proposed mathematical model is used and solved in Gamz software.

Findings: The research findings showed that there are 23 risks in the studied projects, 8 of which were of high importance and impact. Also, risk prioritization and determination of their impact level was performed using the integrated AHP-FMEA method. Findings obtained from solving and implementing the mathematical model in Gamz software also showed that the proposed model of efficiency and capability for selecting optimal risk response strategies is established.

Originality/Value: The general findings indicate that the proposed new fuzzy expert system also has the necessary capability and efficiency to manage the portfolio risk in the study holding.

Keywords: Risk management, Project portfolio, Fuzzy expert system, Multi-Objective Mathematical Model, Developed dematel method, AHP Method, FEMA Method.

JEL Classificaton: C02.

* Corresponding Author

Email Address: parisazahedi1982@gmail.com

10.22105/IMOS.2021.271975.1029

مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی

نوع مقاله: پژوهشی

ارائه یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه (مطالعه موردی: یک هلدینگ همراه اول)

معصومه زاهدی*، محمد خلیل زاده، حسن جوانشیر

گروه مهندسی صنایع، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۲۸	بررسی: ۱۳۹۹/۰۹/۰۲	اصلاح: ۱۳۹۹/۰۹/۲۱	پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶

چکیده

هدف: این تحقیق باهدف طراحی یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه در پروژه‌های در دست اجرای یک هلدینگ همراه اول انجام‌شده است.

روش‌شناسی پژوهش: برای این کار؛ برای شناسایی ریسک‌ها از روش دیمتل توسعه داده‌شده در اکسل، برای ارزیابی و تعیین مهم‌ترین ریسک‌ها از روش‌های FMEA فازی در اکسل و روش AHP در نرم‌افزار اکسپرت چوییس؛ و برای انتخاب پاسخ ریسک بهینه از یک مدل ریاضی پیشنهادی و حل آن در نرم‌افزار گمز استفاده‌شده است.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق نشان داد ۲۳ ریسک در پروژه‌های موردمطالعه وجود دارد که ۸ تای آن‌ها از اهمیت و تأثیرگذاری بالا برخوردار بوده‌اند. همچنین اولویت‌بندی ریسک‌ها و تعیین سطح تأثیرگذاری آن‌ها با استفاده از روش تلفیقی AHP-FMEA انجام شد. مدل ریاضی پیشنهادی پس از کدنویسی و اجرا در نرم افزار گمز نیز توانست استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک‌های مهم را انتخاب نماید.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: سیستم خبره فازی نوین پیشنهادی نیز از قابلیت و کارایی لازم برای مدیریت ریسک سبد پروژه و انتخاب استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک در هلدینگ موردمطالعه، برخوردار است.

کلیدواژه‌ها: مدیریت ریسک، سبد پروژه، سیستم خبره فازی، مدل ریاضی چندهدفه، روش دیمتل توسعه داده‌شده، روش AHP، روش FEMA.

طبقه‌بندی JEL: C02.

* **نویسنده مسئول**

آدرس رایانامه: parisazahedi1982@gmail.com

شناسه دیجیتال:10.22105/IMOS.2021.271975.1029

۱ـ مقدمه

امروزه ریسک به‌عنوان مفهومی در شرایط آینده یا ایجاد شرایطی که خارج از کنترل افراد تیم پروژه بوده و اگر به وقوع بپیوندد باعث تأثیر مستقیم بر روی پروژه می‌گردد، تلقی می‌شود. به‌بیان‌دیگر اگر تعریف مشکل در پروژه به معنی وجود ایرادی در وضعیت جاری پروژه است، ریسک مشکل بالقوه‌ای است که احتمال وقوع آن در آینده وجود خواهد داشت (شانقی و محمدی فر[1]، ۲۰۰۷). بر همین اساس است که آن دسته از مدیران پروژه‌ای که معمولاً انعطاف بیشتری از خود نشان می‌دهند تلاش می‌کنند که در صورت بروز مشکلات نسبت به برطرف سازی آن‌ها اقدام نمایند؛ اما دسته‌ای دیگر از مدیران پروژه وجود دارند که تلاش می‌کنند زمینه به وجود آمدن مشکلات و ریسک‌های آتی را قبل از وقوع برطرف سازند و این در حالی است بسیاری از مشکلات همیشه جلوتر از زمان رخ خواهند داد (عنایتی و همکاران[2]، ۲۰۱۳)؛ بنابراین اینجاست که مفهوم مدیریت ریسک و مدیریت ریسک پروژه مطرح می‌شود؛ زیرا؛ مدیریت ریسك بحرانی‌ترین قسمت در پروژه‌ها بوده و مدیریت نامناسب و پیش‌بینی ناکافی در این خصوص عامل شکست اکثر پروژه‌ها است؛ زیرا یکی از مشکلاتی که مدیران پروژه با آن درگیر هستند شناسایی و اولویت‌بندی ریسك‌ها جهت اختصاص صحیح منابع و زمان برای آن‌ها است (صادقی و همکاران[3]، ۲۰۱۱). درواقع؛ مدیریت ریسک شامل فرآیند تشخیص، ارزیابی، تخصیص و مدیریت تمامی ریسک‌های پروژه است و ازآنجاکه ریسک‌ها در تمامی پروژه‌ها به‌صورت یک پیامد نامشخص وجود دارد، محیط سازمان‌ها بسیار ریسکی و متغیر بوده و این شرایط عدم قطعیت برای پروژه‌های بزرگ‌تر، بیشتر نیز می‌گردد (فعله گری و همکاران[4]، ۲۰۱۵).

اما می‌دانیم که سبد پروژه مجموعه‌ای از پروژه‌ها، طرح‌ها و یا سایر کارهایی است که به‌منظور تسهیل مدیریت مؤثر آن‌ها و برآورد اهداف استراتژیک کسب‌وکار در کنار یکدیگر قرارگرفته‌اند (معظم جزی و همکاران[5]، ۲۰۱۶). ضمن آنکه؛ پروژه‌ها یا طرح‌های سبد پروژه لزوماً وابسته به هم نیستند و این الزام وجود ندارد که به‌طور مستقیم با یکدیگر مرتبط باشند. بعلاوه؛ اجزای سبد پروژه (همان پروژه‌ها و طرح‌های سبد پروژه) کمیت‌پذیر هستند، بنابراین آن‌ها می‌توانند اندازه‌گیری، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی شوند. همچنین؛ سبد پروژه در داخل سازمان وجود دارد و شامل مجموعه اجزای جاری، برنامه‌ریزی‌شده و ابتکارات برای آینده است (صوفی فرد و خاکزار بفروئی[6]، ۲۰۱۶)؛ بنابراین، سبد پروژه نظیر پروژه‌ها یا طرح‌ها موقتی نیست. سازمان ممکن است بیش از یک سبد پروژه داشته باشد که هر یک مختص به یک نوع کسب‌وکار منحصربه‌فرد یا هدف باشد (هاتفی و همکاران[7]، ۲۰۱۶). از حیث علمی نیز با بازخورد سرمایه‌گذاری‌های ایجادشده و یا برنامه‌ریزی‌شده به‌وسیله سازمان، مدیریت سبد پروژه شامل فعالیت‌هایی برای شناسایی و هم‌راستایی اولویت‌های سازمانی، تعیین نظارت و چارچوب مدیریت عملکرد، سنجش ارزش/مزایا، تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک، ارتباطات و منابع است. اگر سبد پروژه با استراتژی سازمانی هم‌راستا نباشد، سازمان می‌بایست با دلیل از خود دراین‌باره سؤال بپرسد. بنابراین سبد پروژه می‌بایست نشان‌دهنده تصمیم، هدایت و پیشرفت سازمان باشد. این در حالی است که همواره در صنعت و سازمان‌ها با ریسک‌ها و عدم قطعیت‌هایی مواجه هستیم که عدم کنترل آن‌ها، خسارات و ضررهای قابل‌توجهی به بار می‌آورد و در کیفیت، هزینه و زمان تحویل

[1] Shaneghi and Mohammadifar
[2] Enayati et al.
[3] Sadeghi et al.
[4] Falegari et al.
[5] Moazam-jazi et al.
[6] Soofifard and Khakzar Bafruei
[7] Hatefi et al.

پروژه تأثیر زیادی خواهد داشت (حاجی خانی و حسن‌زاده[1]، ۲۰۱۶). بعلاوه؛ ریسک‌ها در هر کسب‌وکاری دخیل بوده و بسیاری از مسائل مدیریت پروژه از عدم قطعیت‌های مرتبط با ریسک‌ها به وجود می‌آیند. زیرا امروزه ریسک‌ها در پروژه‌ها ازنظر تعداد و تأثیر بیشتر شده‌اند و سازمان‌ها به مدیریت ریسک برای محافظت از خود در برابر پیامدهای ناشی از ریسک‌ها (اعم از فنی، مالی و ...) نیاز مبرم دارند (سلیمی و فدوی[2]، ۲۰۱۴؛ قاسمی و همکاران[3]، ۲۰۱۵). از سوی دیگر؛ امروزه اغلب پروژه‌ها در سازمان‌های پروژه محور در قالب طرح‌های بزرگ و سبد پروژه‌ها پیاده‌سازی می‌شوند. لذا استفاده از مدیریت سبد پروژه در سازمان‌های پروژه محور باعث می‌شود که سازمان از این طریق منافعی را کسب نماید که از اجرای هر یک از پروژه‌ها به‌صورت مجزا، امکان کسب آن فراهم نیست. یکی از مهم‌ترین فرآیندهای مدیریت پروژه و سبد پروژه، فرآیند مدیریت ریسک هست که سازمان را قادر می‌سازد تا آگاهی‌های لازم را از فرصت‌ها و تهدیدات محیط به دست آورد. ازاین‌رو شناخت دقیق ابعاد مدیریت ریسک در سطح سبد پروژه و چگونگی تأثیر آن بر موفقیت سبد پروژه که همانا موفقیت سازمان محسوب می‌شود، امری حیاتی در این‌گونه سازمان‌هاست (عبادتی و برمایه ور[4]، ۲۰۱۸).

اکنون نظر به ارزیابی میدانی و ارزیابی تحقیقات پیشین انجام‌گرفته در رابطه با مدیریت ریسک سبد پروژه و پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم؛ ارائه یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه، خلأ مهمی در تحقیقات گذشته و یک نیاز مبرم کاربردی است که این تحقیق در پی پوشش آن است. لذا مقاله حاضر به جهت ارائه یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه با در نظر گرفتن یک مطالعه موردی برای ارزیابی کارایی مدل تلفیقی نوین پیشنهادی پرداخته است. همچنین برای تحقق این هدف سعی می‌شود از روش‌های دیمتل توسعه داده‌شده برای شناسایی ریسک‌های موجود در سبد پروژه، روش‌های AHP و FMEA فازی برای ارزیابی ریسک‌ها و از یک مدل ریاضی عدد صحیح برای پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم بهره گرفته خواهد شد.

۲- مروری بر تحقیقات پیشین

تحقیقات انجام‌شده در این مقاله در دسته تحقیقات مرتبط با ریسک‌های سبد پروژه تقسیم می‌شود که به تفکیک در دودسته داخلی و خارجی ارائه می‌شوند.

لی و همکاران[5] (۲۰۰۹) در تحقیقی با استفاده از شبکه باور بیزی، شِمایی را برای مدیریت ریسک‌های پروژه‌های مهندسی کلان ارائه می‌دهد و این شما را برای صنعت کشتی‌سازی کشور کره به کار می‌گیرد. طی مصاحبه با کارشناسان و بازنگری تألیفات، مجموعاً ۲۶ ریسک مختلف حاصل گردید. در آوریل سال ۲۰۰۷ بر روی ۲۵۲ متخصص از ۱۱ شرکت بزرگ کشتی‌سازی کشور کره یک ارزیابی صورت گرفت. مهم‌ترین ریسک‌ها عبارت بودند از تغییر طراحی، نیروی طراحی و تأمین مواد اولیه به‌عنوان ریسک‌های داخلی و نرخ ارز به‌عنوان ریسک خارجی در شرکت‌های کشتی‌سازی بزرگ و نیز متوسط. پولاک و همکاران[6] (۲۰۱۰) به ارزیابی استراتژی‌های مدیریت ریسک با روش بهینه‌سازی سبد پروژه‌ی حداقل–حداکثر پرداختند. برای این تحقیق از یک مدل Minimax توسعه‌یافته و تجزیه‌وتحلیل پارامتری آستانه ریسک این مدل با توجه به ریسک‌های خطرناک و سرمایه‌گذاران بخش‌بندی مؤثر

[1] Haji Khani and Hasanzade
[2] Salami and Fadavi
[3] Ghasemi et al.
[4] Ebadati and Barmayehvar
[5] Lee et al.
[6] Polak et al.

استفاده شد. رهنمای رودپشتی و ملائی[1] (۲۰۱۲) مدیریت ریسك سبد با استفاده از مدل‌های تجدیدنظر شده ارزش در معرض ریسك را موردمطالعه قرار دادند. در این تحقیق آن‌ها ضمن معرفی نقیصه‌های مدل ارزش در معرض ریسك، با استفاده از دو مفهوم «بسط کورنیش فیشر» و استفاده از «ضرایب توزیع بیضوی»، ریسك در نظرگرفته نشده در دنباله‌ها را دقیق‌تر تخمین زدند. گمپرت و مدلنر[2] (۲۰۱۱) در تحقیقی به ارزیابی ریسک‌ها و فرصت‌های قراردادهای سبد پروژه‌ی الکتریکی با رویکرد مدیریت اروپایی در اروپا پرداختند. این تحقیق ارزیابی چالش‌هایی را که باید برای ایجاد یک قرارداد برق در سراسر اروپا برداشته‌شده، بررسی نمود. نیو و همکاران[3] (۲۰۱۲) یک رویکرد مبتنی بر تغذیه باکتری را برای مشکل بهینه‌سازی پرتفوی ارائه دادند. آن‌ها یک مدل بهینه‌سازی را با معرفی ریسک نقدینگی داخلی و خارجی و توسعه شاخص‌های مربوطه برای اندازه‌گیری ریسک نقدینگی / محیط خارجی طراحی نمودند.

پورصادق و همکاران[4] (۲۰۱۳) در تحقیقی به پیاده‌سازی يك الگوی جدید مدیریت ریسك، مبتنی بر نظریه بازی‌های تکاملی با رویکرد سازمان‌های نظامی پرداختند. برای این کار آن‌ها با استفاده از ارائه يك الگوی اکتشافی- استنتاجی، به‌صورت هم‌زمان، به ارائه يك الگوی نوین در مدیریت ریسک‌های نظامی پرداختند. تلر و کاک[5] (۲۰۱۳) در تحقیقی به بررسی اینکه چگونه مدیریت ریسک پرتفوی موفقیت پروژه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، پرداختند. آن‌ها با استفاده از نمونه‌ای از ۱۷۶ شرکت، این مطالعه شواهدی را ارائه دادند که شناسایی ریسک‌های پرتفوی، رسمیت دادن فرآیند مدیریت ریسک کارکرده و فرهنگ مدیریت ریسک به‌طور مستقیم بر شفافیت ریسک تأثیر می‌گذارد، درحالی‌که پیشگیری از خطر، نظارت بر ریسک و ادغام مدیریت ریسک در پروژه مدیریت به‌طور مستقیم به ظرفیت ریسک‌پذیری مرتبط است. گربل و ترابلسی[6] (۲۰۱۴) مدیریت ریسک سبد پروژه انرژی با استفاده از روش‌های زوجی ارزش بیش‌ازحد تغییر زمان را موردمطالعه قراردادند. این کار مربوط به مدل‌سازی آماری ساختار وابستگی بین سه بازار انرژی: نفت خام، گاز طبیعی و روغن گرمای با استفاده از روش برآورد ارزش در معرض خطر بوده است.

باقریان و شادرخ[7] (۲۰۱۵) متدلوژی مدیریت ریسک سبد پروژه مبتنی بر استاندارد مدیریت ریسک سبد پروژه را توسعه دادند. همچنین نوع این تحقیق مدل‌سازی و طراحی بود که با استفاده از دانش نظری و ذهن مکاشفه‌ای، روش و سیستم آن طراحی و سپس برای به‌کارگیری در محیط واقعی (شرکت رسم آرا) کاربردی شد. منسی و همکاران[8] (۲۰۱۵) در تحقیقی به ارزیابی ارتباطات متغیرهای مختلف بازار اصلی مرزی نفتی با بازارهای عمده آتی کالا ازجمله نفت، طلا، نقره، گندم، ذرت و برنج موردبررسی و پیامدهای مدیریت ریسک سبد پروژه در عربستان پرداختند. برای این منظور، مدل دوبعدی DCC-FIAPARCH را با و بدون شکاف ساختاری در نظرگرفتند. انیریو[9] (۲۰۱۶) به ارزیابی ساختار سبد پروژه و مدیریت ریسک در اقتصادهای درحال‌توسعه در بانک‌ها پرداختند. چاروند و همکاران[10] (۲۰۱۷) مدیریت ریسک سبد پروژه برای خرده‌فروشان برق برمبنای یک ترجیح ریسک حداقلی را موردمطالعه قراردادند. برای این کار آن‌ها تصمیم‌گیری در مورد عدم اطمینان خرده‌فروش برق به‌منظور به حداکثر رساندن میزان کل انتظار را با استفاده از شبیه‌سازی توسط مدل آریما بررسی کردند.

---

[1] Rahnamay Rud-Poshti et al.
[2] Gampert & Madlener
[3] Niu et al.
[4] Poursadegh et al.
[5] Teller & Kock
[6] Ghorbel & Trabelsi
[7] Bagherian and Shadrokh
[8] Mensi et al.
[9] Onyiriu
[10] Charwand et al.

سایبانی و همکاران[1] (۲۰۱۸) یک مدل مدیریت ریسک پروژه مبتنی بر فازهای مختلف پروژه‌های نیروگاهی با تأکید بر فاز ساختمان و نصب و با در نظرگیری مدیریت ریسك در پروژه‌های نیروگاهی ارائه دادند. بر این اساس با انجام مطالعه موردی در نیروگاه بادی منجیل، ابتدا مهم‌ترین ریسک‌های فاز ساختمان و نصب در این پروژه با در نظرگیری ریسک‌های مختلف قراردادی شناسایی و سپس با ارائه مدل مدیریت ریسك، به ارزیابی شدت اثر، احتمال کشف و احتمال وقوع ریسک‌ها و اثر آن‌ها بر روی اهداف اصلی پروژه موردمطالعه یعنی زمان، کیفیت، هزینه و ایمنی پرداخته شد. فتاحی و خلیل زاده[2] (۲۰۱۸) در تحقیقی به ارزیابی ریسک با استفاده از یک مدل تلفیقی نوین مشتمل بر روش‌های: FMEA، مالتی مورای توسعه داده‌شده و روش AHP فازی تحت محیط فازی در کارخانه صنایع فولاد کرمان در ایران پرداختند. در این تحقیق از دو معیار میانگین عدد رتبه ریسک وزنی فازی و عدد رتبه ریسک وزنی فازی اصلاح‌شده استفاده شد. کارماکار و پوئل[3] (۲۰۱۹) با استفاده از روش‌های VaR و CVaR به ارزیابی مدیریت ریسک سبد پروژه پرداختند. آن‌ها برای این کار از رویکردهای پیش‌بینی و از هر دو مدل‌های حاشیه‌ای برای سری بازگشت فرد و یک مدل مشترک برای وابستگی بین سری‌های زوج را ارائه دادند. همچنین پیش‌بینی عملکرد با استفاده از مدل زوجی گارچ و با سه مدل رقابت دیگر مقایسه شد.

جدول ۱- خلاصه تحقیقات انجام‌شده قبلی مرتبط با موضوع تحقیق.

Table 1- Summary of previous research related to the research topic.

محققین	سال	نوع سیستم/ مدل پیشنهادی			عدم قطعیت		روش تصمیم‌گیری مورداستفاده						حل قطعی	حل با الگوریتم	چندهدفه بودن مدل ریاضی
							فازی		قطعی						
		مفهومی	ریاضی	فازی خبره	فازی	احتمالی	TOPSIS	MOORA	AHP	DEMATEL	FMEA	ANP			
رهنمای رودپشتی و ملائی	۲۰۱۲		*										*		
پورصادق و همکاران	۲۰۱۳	*				*									
همتی و رسول پور	۲۰۱۴		*								*			*	*
باقریان و شادرخ	۲۰۱۵	*											*		
حاجی خانی و حسن زاده	۲۰۱۶		*		*					*		*	*		*
زمانی و همکاران	۲۰۱۷		*										*		
آقاگلی کاسگری و مختاری	۲۰۱۸		*			*							*		*
سایبانی و همکاران	۲۰۱۸	*							*				*		
Lee et al.	۲۰۰۹	*				*									
Polak et al.	۲۰۱۰		*			*							*		

[1] Saybani et al.
[2] Fattahi & Khalilzadeh
[3] Karmakar & Paul

ادامه جدول ۱- خلاصه تحقیقات انجام‌شده قبلی مرتبط با موضوع تحقیق.

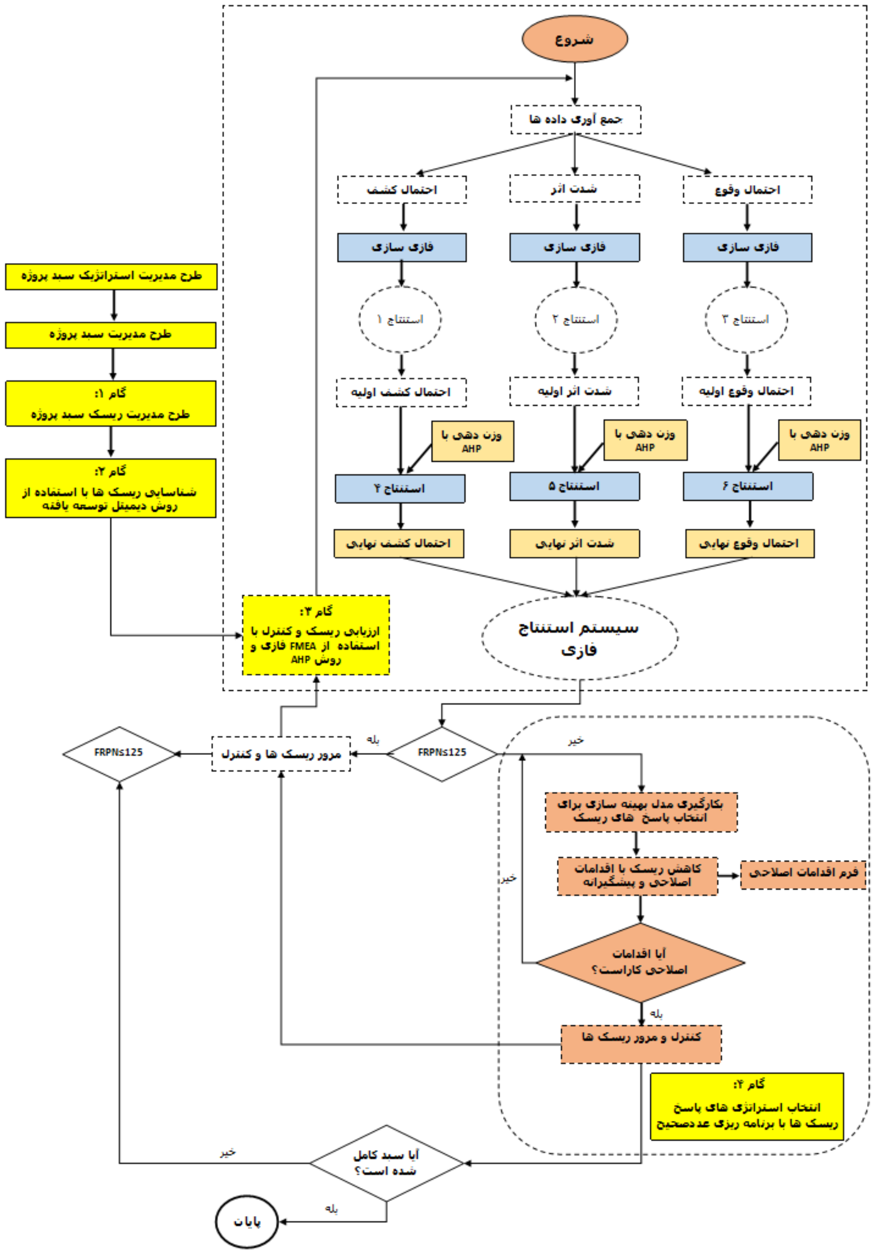
Continued Table 1- Summary of previous research related to the research topic.

Gampert & Madlener	۲۰۱۱	*										
Ben et al.	۲۰۱۲		*								*	*
Teller & Kock	۲۰۱۳		*									
Ghorbel & Trabelsi	۲۰۱۴	*										
Mensi et al.	۲۰۱۵		*							*		*
Onyiriu	۲۰۱۶		*							*		
Charwand et al.	۲۰۱۷	*			*					*		
Fattahi & Khalilzadeh	۲۰۱۸			*		*	*		*			
Karmakar & Paul	۲۰۱۹		*							*		
مقاله حاضر	۲۰۲۰		*	*			*	*	*	*		*

اکنون با توجه به تحقیقات پیشین؛ در تحقیق‌های قبلی که درزمینهٔ مدیریت ریسک سبد پروژه‌ها و پاسخ‌دهی به این ریسک‌ها صورت گرفته است، تحقیقی که یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه و پاسخ‌دهی به ریسک‌ها ارائه داده باشد، یافت نشد. لذا تحقیق حاضر یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه و پاسخ‌دهی به ریسک‌ها ارائه و با یک مطالعه موردی مورد ارزیابی قرار می‌دهد که این مهم‌ترین نوآوری این تحقیق است. همچنین؛ سیستم خبره فازی تلفیقی پیشنهادی طراحی‌شده از روش دیمتل توسعه داده‌شده برای شناسایی مهم‌ترین ریسک‌ها، از روش‌های تلفیقی FMEA فازی و روش AHP برای ارزیابی این ریسک‌ها و از یک مدل ریاضی (مدل‌سازی ریاضی) برای پاسخ‌دهی به ریسک‌ها و با استفاده از داده‌های مطالعه موردی بهره می‌گیرد.

۳ـ روش‌شناسی تحقیق

در این تحقیق جهت گردآوری اطلاعات درزمینهٔ مبانی نظری و ادبیات تحقیق موضوع، از منابع کتابخانه‌ای، مقالات، کتاب‌های موردنیاز و نیز از سایت‌های معتبر علمی و به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها موردنیاز تحقیق از نظرات خبرگان فعال در هلدینگ موردمطالعه استفاده‌شده است. برای این کار ابتدا با استفاده از روش دیمتل توسعه داده شده و در اکسل ریسک‌های موجود در سبد پروژه در هلدینگ موردمطالعه شناسایی می‌شوند. سپس با استفاده از روش‌های FMEA فازی در اکسل و روش AHP در نرم‌افزار اکسپرت چوییس؛ ریسک‌های شناسایی‌شده ارزیابی و مهم‌ترین ریسک‌ها مشخص می‌شوند. سپس با توجه به قواعد استنتاج فازی سوگنو، ازآنجاکه مقادیر RPN برای هرکدام از ۱۰ ریسک شناسایی‌شده کمتر از ۱۲۵ است، لذا خروجی‌های این مرحله تائید و وارد فازی نهایی مسئله برای انتخاب استراتژی‌های پاسخ به ریسک‌های مهم‌تر می‌شویم. در مرحله بعد نیز با استفاده از یک مدل ریاضی پیشنهادی و حل آن در نرم‌افزار گمز، به پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم پرداخته می‌شود. در این مدل ریاضی؛ برای پاسخ به ریسک‌های شناسایی‌شده، باید مجموعه ریسک‌ها و مجموعه پاسخ‌های ریسک‌ها، مجموعه فعالیت‌ها و مجموعه معیارهای ارزیابی ریسک‌ها در نظر گرفته شوند و یک مدل ریاضی یک هدفه پاسخ‌دهی به ریسک با توجه به تحقیقات قبلی ارائه گردد. سپس مدل ریاضی حل و از بین پاسخ‌های ارائه‌شده برای ریسک‌های بالقوه شناسایی‌شده و در فعالیت‌های موردنظر با معیارهای مهم انتخابی؛ بهترین پاسخ‌هایی که بیشترین هم‌افزایی و کارایی را در کنترل ریسک و ارتقای خروجی فعالیت‌ها دارند، انتخاب شوند. مدل ریاضی پیشنهادی در نرم‌افزار گمز حل خواهد شد. در انتها یافته‌ها تحلیل، به سؤالات تحقیق پاسخ داده می‌شود و همچنین راهکارهای پیشنهادی کاربردی و نتیجه‌گیری کلی تحقیق توسط محقق ارائه می‌شوند. در شکل ۱؛ مدل مفهومی تحقیق آمده است.



شکل ۱- فلوچارت سیستم خبره فازی نوین طراحی‌شده پیشنهادی.

Figure 1- Flowchart of the proposed newly designed fuzzy expert system.

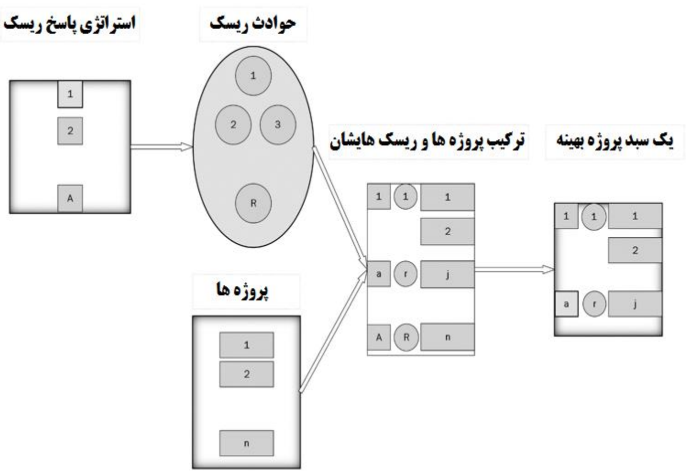
همچنین مدل ریاضی پیشنهادی به شرح زیر است.

۱ـ۳ـ مدل ریاضی پیشنهادی

مدل ریاضی پیشنهادی یک مدل برای انتخاب سبد پروژه بهینه با در نظرگرفتن چندین محدودیت در یک دوره زمانی برنامه‌ریزی است. همچنین این مدل می‌تواند برای انتخاب استراتژی‌های پاسخ ریسک استفاده شود؛ که در این تحقیق برای انتخاب استراتژی‌های پاسخ ریسک استفاده می‌شود. مسئله انتخاب استراتژی پاسخ ریسک پروژه ترکیبی با چهار مفهوم پایه (محیط پروژه، ساختار شکست کاری، رخداد ریسک و پاسخ‌های ریسک) است که ۳ عنصر کلیدی (زمان‌بندی، هزینه و کیفیت) در این حیطه‌ها موردتوجه قرارگرفته است. در شکل ۲؛ فرایندهای انتخاب و کنترل بهترین پروژه را نشان می‌دهد. در این شکل یک استراتژی برای پاسخ به حوادث ریسک r و m وجود دارد؛ به‌عبارت‌دیگر؛ باید N پروژه با پاسخ‌های ریسکشان ارزیابی‌شده تا بتوان یک سبد پروژه بهینه را انتخاب نمود. پورتفولیوی بهینه به‌عنوان پروژه‌های j برتر خواهد بود. تمام پارامترهای مدل ریاضیاتی به‌صورت منعطف تغییر می‌کنند و در این مدل؛

مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی، دوره ۱، شماره ۴، صفحه: ۴۰۳-۴۲۱

یک سبد بهینه با توجه به هزینه پاسخ ریسک آن پروژه انتخاب‌شده است. البته مطلوب‌ترین استراتژی‌های پاسخ ریسک می‌تواند از طریق حل مدل به دست آید. در ادامه شکل ۲ که نمای شهودی انتخاب پاسخ ریسک را نشان می‌دهد و همچنین مدل ریاضی پیشنهادی آمده است.



شکل ۲- فرایند استراتژی‌های پاسخ ریسک سبد پروژه.
Figure 2- Process portfolio risk response strategies.

در جدول ۲؛ مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای مدل ریاضی پیشنهادی تعریف و تشریح شده‌اند:

جدول ۲- شرح و تعاریف مقدمات ریاضی مدل پیشنهادی.
Table 2- Descriptions and definitions of the proposed mathematical model.

	مجموعه‌ها
j	پروژه‌ها.$(j = 1,2, \dots, n)$
i	منابع انسانی.$(i = 1,2, \dots, m)$
k	ماشین‌آلات.$(k = 1,2, \dots, s)$
o	مواد اولیه.$(o = 1,2, \dots, z)$
t	دوره زمانی.$(t = 1,2, \dots, T)$
w	فعالیت‌های کاری.$(w = 1,2, \dots, W)$
r	حوادث ریسک.$(r = 1,2, \dots, R)$
a	پاسخ استراتژیک داوطلب برای ریسک.$(a = 1,2, \dots, A)$
$\vec{M}$	مجموعه تمام زوج استراتژی‌هایی که با یکدیگر تضاد دارند
$\bar{M}$	مجموعه تمام زوج استراتژی‌هایی که با یکدیگر هماهنگ هستند و ارتباط سازنده دارند
	پارامترها
H_{it}	ماکزیمم منابع انسانی نوع i در بازه زمانی t برحسب فرد ــ ساعت
h_{ij}	منابع انسانی موردنیاز نوع i برای پروژه j برحسب فردــساعت
$\tilde{M}_{kt}$	ماکزیمم ماشینــساعت در دسترس نوع k در بازه زمانی t
m_{kj}	ماشینــساعت موردنیاز نوع k برای پروژه j
R_{ot}	ماکزیمم مواد خام موردنیاز نوع o در بازه زمانی t
r_{oj}	ماکزیمم مواد خام موردنیاز نوع o برای پروژه j
$\tilde{B}_{jt}$	ماکزیمم بودجه ساعتی در دسترس برای پروژه j در بازه زمانی t
$\tilde{C}_{it}$	هزینه ساعتی منابع انسانی نوع i در بازه زمانی t
$\tilde{C}_{kt}$	هزینه ساعتی ماشین نوع k در بازه زمانی t

ادامه جدول ۲- شرح و تعاریف مقدمات ریاضی مدل پیشنهادی.

Continued Table 2- Descriptions and definitions of the proposed mathematical model.

هزینه هر واحد مواد خام نوع o در بازه زمانی t	$\tilde{C}_{ot}$
wامین فعالیت کاری	W_w
rامین پاسخ ریسک	R_r
aامین استراتژی‌های پاسخ ریسک داوطلب	A_a
هزینه به‌کارگیری استراتژی پاسخ ریسک aام	C_a
هزینه ساعتی به‌کارگیری استراتژی پاسخ ریسک aام	$\tilde{C}_a$
سود خالص پروژه j در بازه زمانی t	$\tilde{p}_{jt}$
نرخ بازگشت سرمایه برای پروژه j در دوره زمانی t	I_{jt}
حداقل نرخ جذاب بازگشت سرمایه پروژه در دوره t	$MARR_t$
افت کیفیت تخمین زده شده برای فعالیت کاری wام هنگامی‌که ریسک rام رخ دهد	q_r^w
افت کیفیت تخمین زده شده برای فعالیت کاری wام بعد از بکارگیری پاسخ ریسک aام برای ریسک rام	q_{ar}^w
حد بالای افت کیفیت پروژه	Q_{max}
بازه زمانی بین اتمام فعالیت کاری wام و شروع فعالیت کاری بعدی آن	ε^w
تعداد روزهای تخمین زده شده برای انجام فعالیت کاری wام اگر ریسک rام رخ دهد	s_r^w
تعداد روزهای تخمین زده شده برای انجام فعالیت کاری wام l بعد از به‌کارگیری پاسخ ریسک aام برای ریسک rام	s_{ar}^w
حد بالای افت کیفیت فعالیت کاری wام به‌طوری‌که برساخت در فعالیت بعدی تأثیر نگذارد	δ^w
حد بالای تأخیر ساعتی در تحویل پروژه	$\acute{T}_{max}$
حد بالای تأخیر در تحویل پروژه	T_{max}
تأثیر ساعتی پاسخ ریسک تخمین زده‌شده بعد از به‌کارگیری پاسخ ریسک aام برای ریسک rام	$\tilde{e}_{ar}$
طول پروژه j در دوره زمانی t	d_{jt}
متغیرهای تصمیم	
متغیر باینری که اگر پروژه jبرای سرمایه‌گذاری در دوره t انتخاب شود ۱ و در غیر این صورت صفر.	x_{jt}
متغیر باینری که اگر استراتژی پاسخ a برای حادثه ریسک r و در پروژه j بکار گرفته شود عدد۱ و در غیر این صورت صفر	z_{jar}

مدل ریاضی این تحقیق در ۲ تابع هدف آمده است. تابع هدف (۱) سود خالص ناشی از انتخاب سبد پروژه و تأثیر استراتژی‌های پاسخ تمام ریسک‌ها برای هر پروژه سبد انتخابی را ماکزیمم می‌نماید. تابع هدف (۲) برای حداقل نمودن هزینه کل پروژه‌های انتخابی استفاده‌شده است. در این تابع هدف، نخستین عبارت هزینه منابع انسانی، عبارت دوم مربوط به هزینه ماشین‌آلات، سومین عبارت هزینه منابع مواد خام و آخرین عبارت ریاضی نیز استراتژی‌های پاسخ‌های ریسک به‌کارگیری شده را نشان می‌دهد. در ادامه مدل ریاضی پیشنهادی به تفکیک آمده است:

$$Max\ Z_1 \approx \sum_{t=1}^{T}\sum_{j=1}^{n} x_{jt} \times \widetilde{ph}_{jt} + \sum_{j=1}^{n}\sum_{a=1}^{A}\sum_{r=1}^{R} z_{jar} \times \widetilde{eh}_{ar} \quad (۱)$$

$$Min\ Z_2 \approx \sum_{t=1}^{T}\sum_{j=1}^{n} x_{jt} \sum_{i=1}^{m} \tilde{h}_{ij}\ .\widetilde{CH}_{it} + \sum_{t=1}^{T}\sum_{j=1}^{n} x_{jt} \sum_{k=1}^{s} \widetilde{m}_{kj}\ .\widetilde{CH}_{kt} + \sum_{t=1}^{T}\sum_{j=1}^{n} x_{jt} \sum_{o=1}^{z} \tilde{r}_{oj}\ .\widetilde{CH}_{ot} + \sum_{j=1}^{n}\sum_{a=1}^{A} \widetilde{CH}_a \max_{r} z_{jar} \quad (۲)$$

$$s.t: \sum_{t=1}^{T} x_{jt} \ll 1, \qquad \forall\ j = 1,2,\dots,n, \quad (۳)$$

$$\sum_{t=1}^{T}(\tilde{t}+\tilde{d}_{jt}) \,.\, x_{jt} \ll \tilde{T}_{max}, \qquad \forall\ j=1,2,\dots,n, \qquad (۴)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\tilde{h}_{ij}x_{jt} \ll \tilde{H}_{it}, \qquad \forall\ i=1,2,\dots,m, \quad t=1,2,\dots,T, \qquad (۵)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\tilde{m}_{kj}x_{jt} \ll \widetilde{MH}_{kt}, \qquad \forall\ k=1,2,\dots,s, \quad t=1,2,\dots,T, \qquad (۶)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\tilde{r}_{oj}x_{jt} \ll \tilde{R}_{ot}, \qquad \forall\ O=1,2,\dots,z, \quad t=1,2,\dots,T, \qquad (۷)$$

$$\left(\sum_{i=1}^{m}\tilde{h}_{ij}\,.\,\widetilde{CH}_{it}+\sum_{k=1}^{s}\tilde{m}_{kj}\,.\,\tilde{C}H_{kt}+\sum_{o=1}^{z}\tilde{r}_{oj}\,.\,\widetilde{CH}_{ot}\right)\times x_{jt}<\tilde{p}h_{jt}, \quad j=1,2,\dots,n, \qquad \forall\ t, \qquad (۸)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{a=1}^{A}\widetilde{CH}_a \max_r z_{jar} + \left[\sum_{i=1}^{m}\tilde{h}_{ij}\,\widetilde{CH}_{it}+\sum_{k=1}^{s}\tilde{m}_{kj}\,\widetilde{CH}_{kt}+\sum_{o=1}^{z}\tilde{C}_{ot}\,\tilde{r}_{oj}\right] \times x_{jt} \ll \widetilde{BH}_{jt} \qquad \forall\ r,j,t, \qquad (۹)$$

$$\sum_{r=1}^{R}\tilde{s}_r^w-\sum_{r=1}^{R}\sum_{a=1}^{A}\left(\tilde{s}_{ar}^w z_{jar}\right) \ll \tilde{\varepsilon}^w, \qquad \forall\ j=1,\dots,n, \quad w=1,2,\dots,W-1, \qquad (۱۰)$$

$$\sum_{r=1}^{R}\tilde{q}_r^w-\sum_{r=1}^{R}\sum_{a=1}^{A}\left(\tilde{q}_{ar}^w z_{jar}\right) \ll \tilde{\delta}^w, \qquad \forall\ j=1,\dots,n, \quad w=1,2,\dots,W-1, \qquad (۱۱)$$

$$\sum_{r=1}^{R}\tilde{s}_r^W-\sum_{r=1}^{R}\sum_{a=1}^{A}\left(\tilde{s}_{ar}^W z_{jar}\right) \ll \tilde{T}H_{max}, \qquad \forall\ j=n, \qquad (۱۲)$$

$$\sum_{r=1}^{R}\tilde{q}_r^W-\sum_{r=1}^{R}\sum_{a=1}^{A}\left(\tilde{q}_{ar}^W z_{jar}\right) \ll \tilde{Q}_{max}, \qquad \forall\ j=n, \qquad (۱۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n}x_{jt}\,.\,(\widetilde{MARR}_t-\tilde{I}_{jt}) \ll 0, \qquad \forall\ t=1,2,\dots,T, \qquad (۱۴)$$

$$\sum_{j=1}^{n}x_{jt} \gg 0, \qquad \forall\ t=1,2,\dots,T, \qquad (۱۵)$$

در ادامه

$$z_{jar}+z_{j\acute{a}\acute{r}} \ll 1 \qquad (A_a,A_{\acute{a}})\in \overleftrightarrow{M} \qquad \forall\ j=1,\dots,n \quad a,\acute{a}=1,\dots,A \quad ,r,\acute{r}=1,\dots,R, \qquad (۱۶)$$

$$z_{jar}-z_{j\acute{a}\acute{r}} \ll 0 \qquad (A_a,A_{\acute{a}})\in \overline{M} \qquad \forall\ j=1,\dots,n \quad a,\acute{a}=1,\dots,A \quad ,r,\acute{r}=1,\dots,R, \qquad (۱۷)$$

$$z_{j\acute{a}\acute{r}}\in\{0,1\} z_{j\acute{a}\acute{r}}\in\{0,1\} \qquad \forall\ j=1,\dots,n \quad a,\acute{a}=1,\dots,A \quad ,r,\acute{r}=1,\dots,R, \qquad (۱۸)$$

$$x_{jt}\in\{0,1\} \qquad \forall\ j=1,2,\dots,n, \qquad t=1,2,\dots,T. \qquad (۱۹)$$

محدودیت (۳) اطمینان پیدا می‌کند که انتخاب هر پروژه در بازه برنامه‌ریزی تنها یک‌بار رخ می‌دهد. محدودیت (۴) بیان می‌کند که زمان ترکیبی هر پروژه انتخاب‌شده کمتر از مجموع دوره زمانی برنامه‌ریزی پروژه و حد بالای برای تأخیر در تحویل پروژه است. محدودیت (۵) تا محدودیت (۷) ماکزیمم محدودیت‌های تمام سه نوع منابع را بیان می‌کنند.

محدودیت (۵) بیان می‌کند که تعداد منابع انسانی از هر نوع موردنیاز برای پروژه‌ها در دوره انتخاب، نمی‌تواند از ماکزیمم منابع انسانی در دسترس برای انواع آن و در تمام دوره‌های برنامه‌ریزی‌شده فراتر برود. محدودیت (۶) یقین پیدا می‌کند که تمام منابع ماشین_ساعت در انواع آن و برای پروژه‌ها در دوره انتخاب از ماکزیمم منابع ساعت_ماشین در دسترس برای همه انواع آن و در تمام دوره‌های برنامه‌ریزی فراتر نمی‌رود. محدودیت (۷) اطمینان می‌دهد که تمام منابع مواد خام از همه انواع موردنیاز برای پروژه‌ها در دوره انتخاب از ماکزیمم منابع مواد خام از همه انواع و برای دوره‌های زمانی کل فراتر نمی‌رود.

محدودیت (۸) یقین می‌دهد که هزینه کل هر پروژه انتخابی کمتر از سود آن پروژه برای تمام دوره‌های برنامه‌ریزی است. محدودیت (۹) اطمینان می‌دهد که هزینه کل پروژه انتخابی شامل: هزینه‌های منابع انسانی، هزینه منابع ماشین‌آلات، هزینه مواد خام و هزینه به‌کارگیری استراتژی‌های پاسخ ریسک کمتر از بودجه آن پروژه برای تمام پروژه‌ها و در تمام دوره‌های برنامه‌ریزی است. محدودیت (۱۰) بیان می‌کند که در هر پروژه، هر فعالیت کاری (منهای آخرین فعالیت) در زمان مشخص‌شده تمام شده است، در غیر این صورت این فعالیت تأثیری بر زمان‌های شروع فعالیت بعدی در آن پروژه ندارد. محدودیت (۱۱) یقین پیدا می‌کند که در هر پروژه، هر فعالیت کاری (به جزء فعالیت آخر) مجبور به حفظ سطح معینی از کیفیت هست و در غیر این صورت آن فعالیت تأثیر مطلوب ساخت بر فعالیت بعدی ندارد.

محدودیت (۱۲) نشان می‌دهد که در هر پروژه، آخرین فعالیت کاری باید در دوره زمانی تعیین‌شده تمام‌شده باشد. محدودیت (۱۳) نشان می‌دهد که در هر پروژه، آخرین فعالیت کاری باید استاندارد کیفیت پروژه را تائید کرده باشد. محدودیت (۱۴) اطمینان حاصل می‌کند که اگر یک پروژه انتخاب‌شده باشد، جذاب است و این بدان معناست که نرخ داخلی بازگشت سرمایه پروژه انتخابی باید بیشتر یا مساوی با کمترین نرخ جذاب بازگشت سرمایه باشد. محدودیت (۱۵) نشان می‌دهد که در هر دوره؛ پروژه می‌تواند انتخاب شود. محدودیت (۱۶) تا (۱۸) درباره استراتژی‌ها هستند. محدودیت (۱۶) بیان می‌کند که استراتژی‌هایA_a,و $A_{\acute{a}}$ در هر پروژه همدیگر را منع می‌کنند و با هم تعارض دارند. محدودیت (۱۷) بیان می‌کند که اگر استراتژی‌های A_a, و $A_{\acute{a}}$ در هر پروژه با همدیگر تعارض یا تداخل داشته باشند، تنها یکی از آن‌ها انتخاب خواهد شد. محدودیت (۱۸) بیان می‌کند که پروژه‌ها با یکدیگر همکاری می‌کنند اگر یک استراتژی انتخاب‌شده باشد، یک استراتژی مشخص دیگر نیز باید انتخاب‌شده باشد. محدودیت (۱۹) متغیرهای باینری برای هر پروژه را شرح می‌دهند و محدودیت (۲۰) اشاره به متغیرهای تصمیم باینری اشاره دارد. در ادامه یافته‌ها ارائه و تحلیل می‌شوند.

سپس با روش تابع مرتبه فازی (FRF[1]) مدل ریاضی رو به دیفازی تبدیل می‌کنیم. این تابع به‌عنوان یک روش موفق و بسیار کاربردی برای پوشش عدم قطعیت پارامترها ارائه‌شده است که از اعداد فازی ذوزنقه‌ای و یک تابع ریاضی برای رفع عدم قطعیت استفاده می‌نماید. این تابع سه حالت ممکن برای هر پارامتر شامل: بهترین حالت، حالت نرمال و بدترین حالت را در نظر می‌گیرد. سپس با دیفازی کردن مطابق تعریف ضابطه تابع، یک مقدار قطعی ارائه می‌دهد که

[1] Fuzzy Rank Function

این مقدار دارای عدم قطعیت بسیار پایینی است. این روش در مقایسه با روش‌های سناریوسازی و روش‌های استوار، جواب بهتری داده و به‌خصوص استفاده از آن بسیار راحت‌تر است. در معادله ضابطه تابع مرتبه فازی آمده است.

$$\mathrm{R} : F(R) \rightarrow R$$
$$R(\tilde{a}_j) = \frac{(a_j - m_j) + 2a_j + (a_j + n_j)}{4} \cong \frac{a^l + a^u}{2} \qquad (۲۰)$$

۴ـ آنالیز یافته

مطابق بررسی‌های به‌عمل‌آمده از یکی از هلدینگ همراه اول به‌عنوان مطالعه موردی؛ در این هلدینگ چهار پروژه: A، B، C و D وجود دارد. در این تحقیق؛ سه پروژه اول با توجه به نظر خبرگان از هلدینگ موردمطالعه، به‌عنوان مطالعه موردی این تحقیق استفاده‌شده است؛ بنابراین تعداد ۲۳ ریسک مختلف در این سه پروژه شناسایی شد که برای شناسایی آن‌ها از ۱۱ نفر از مدیران ارشد، مدیران پروژه، معاونین و کارشناسان خبره مشغول به فعالیت در این هلدینگ به‌عنوان خبرگان بهره گرفته شد. در مرحله شناسایی و غربال ریسک‌های معرفی‌شده از سوی خبرگان از روش دیمتل توسعه داده‌شده استفاده شد. همچنین برای جمع‌آوری داده‌های موردنیاز این تحقیق از ابزار پرسشنامه محقق ساخته استفاده شد. در ادامه نیز از روش‌های FMEA، روش AHP و مدل‌سازی ریاضی برای دستیابی به اهداف تحقیق نیز بهره گرفته شد. در ادامه آنالیز هر بخش ارائه‌شده است.

۴ـ ۱ـ ریسک‌های شناسایی‌شده با استفاده از روش دیمتل توسعه داده‌شده

در این تحقیق؛ تعداد ۲۳ ریسک از طریق بررسی ادبیات تحقیق و نظر خبرگان برای هلدینگ موردمطالعه شناسایی شد که در یک پرسشنامه تنظیم شدند و جهت جمع‌آوری نظر خبرگان توزیع شدند. برای این شناسایی و انتخاب ریسک‌های برتر، از روش دیمتل توسعه داده‌شده استفاده شد. در ادامه، یافته‌های روش مذکور آمده است. در جدول ۳؛ مجموعه ریسک‌های شناسایی‌شده آمده است.

جدول ۳- ریسک‌های شناسایی‌شده اولیه توسط خبرگان.

Table 3- Risks initially identified by experts.

ردیف	شرح عامل	ردیف	شرح عامل
۱	ریسک عدم دسترسی به اطلاعات	۱۳	ریسک تدارکات
۲	ریسک بازار	۱۴	ریسک قراردادی
۳	ریسک شکست سیستم اطلاعات	۱۵	ریسک کیفیت تولید
۴	ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها	۱۶	ریسک مدیریت
۵	ریسک امنیت سیستم اطلاعات	۱۷	ریسک اجتماعی
۶	ریسک صحت اطلاعات	۱۸	ریسک انتظارات مشتری
۷	ریسک سیاسی	۱۹	ریسک فنی
۸	ریسک رقابت	۲۰	ریسک سفارش مواد
۹	ریسک محیطی	۲۱	ریسک ایمنی
۱۰	ریسک لجستیک	۲۲	ریسک عملکرد تأمین
۱۱	ریسک هزینه تهیه و توزیع	۲۳	ریسک موجودی
۱۲	ریسک نیروی انسانی		

مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی، دوره ۱، شماره ۴، صفحه: ۴۰۳ـ۴۲۱

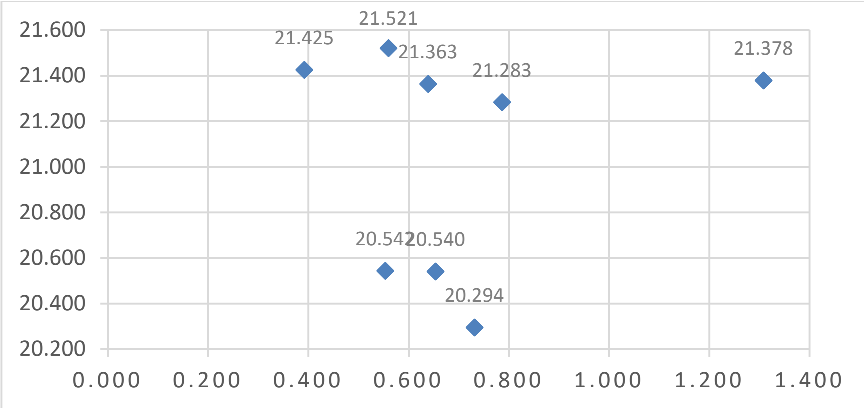
سپس با استفاده از روش دیمتل و اجرای گام‌های آن در اکسل، بر روی ریسک‌های شناسایی‌شده، ریسک‌های مهم شناسایی شدند. برای این کار از یک پرسشنامه مخصوص روش دیمتل برای جمع‌آوری داده‌ها بهره‌برداری شده است. پس از انجام محاسبات، از بین ۲۳ ریسک شناسایی‌شده، تنها ۸ ریسک در زمره ریسک‌های مهم و مناسب برای ارزیابی و کنترل انتخاب‌شده است. در جدول ۴؛ لیست ۸ ریسک نهایی به همراه مقادیرشان آورده شده است.

جدول ۴- لیست ریسک‌های انتخاب‌شده نهایی.

Table 4 - List of final selected risks.

روابط علی معیارهای مدل	شرح ریسک	D	R	D+R	D-R
ریسک ۱	ریسک عدم دسترسی به اطلاعات	۹/۹۷۴	۱۱/۴۰۸	- ۱/۴۳۴	۲۱/۳۸۱
ریسک ۲	ریسک بازار	۱۰/۱۴۷	۱۰/۸۷۷	- ۰/۷۲۹	۲۱/۰۲۴
ریسک ۳	ریسک شکست سیستم اطلاعات	۱۰/۹۰۸	۱۰/۵۱۷	۰/۳۹۱۸	۲۱/۴۲۵
ریسک ۴	ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها	۱۱/۰۳۴	۱۰/۲۴۸	۰/۷۸۶۲	۲۱/۲۸۳
ریسک ۵	ریسک امنیت سیستم اطلاعات	۱۰/۰۵۶	۱۰/۵۸۶	- ۰/۵۳	۲۰/۶۴۲
ریسک ۶	ریسک صحت اطلاعات	۹/۸۰۶	۱۰/۴۸۰	- ۰/۶۷۵	۲۰/۲۸۶
ریسک ۷	ریسک سیاسی	۱۰/۲۳۰	۱۰/۴۱۴	- ۰/۱۸۴	۲۰/۶۴۴
ریسک ۸	ریسک رقابت	۱۰/۸۹۱	۱۰/۶۴۴	۰/۲۴۷۲	۲۱/۵۳۵
ریسک ۹	ریسک محیطی	۹/۹۸۰	۱۰/۷۷۵	- ۰/۷۹۵	۲۰/۷۵۶
ریسک ۱۰	ریسک لجستیک	۹/۸۷۵	۱۰/۵۸۸	- ۰/۷۱۳	۲۰/۴۶۳
ریسک ۱۱	ریسک هزینه تهیه و توزیع	۱۱/۳۴۳	۱۰/۰۳۵	۱/۳۰۷۷	۲۱/۳۷۸
ریسک ۱۲	ریسک نیروی انسانی	۱۰/۵۹۷	۹/۹۴۳	۰/۶۵۳۱	۲۰/۵۴
ریسک ۱۳	ریسک تدارکات	۱۱/۰۰۱	۱۰/۳۶۲	۰/۶۳۸۴	۲۱/۳۶۳
ریسک ۱۴	ریسک قراردادی	۱۰/۲۱۴	۱۰/۶۴۹	- ۰/۴۳۵	۲۰/۸۶۳
ریسک ۱۵	ریسک کیفیت تولید	۱۰/۲۲۱	۱۰/۲۱۹	۰/۰۰۱۶	۲۰/۴۴
ریسک ۱۶	ریسک مدیریت	۱۰/۸۱۰	۱۱/۱۹۴	- ۰/۳۸۴	۲۲/۰۰۵
ریسک ۱۷	ریسک اجتماعی	۹/۹۷۹	۱۰/۴۵۱	- ۰/۴۷۲	۲۰/۴۳
ریسک ۱۸	ریسک انتظارات مشتری	۱۰/۱۴۹	۱۰/۲۴۵	- ۰/۰۹۶	۲۰/۳۹۵
ریسک ۱۹	ریسک فنی	۱۱/۰۴۰	۱۰/۴۸۰	۰/۵۵۹۷	۲۱/۵۲۱
ریسک ۲۰	ریسک سفارش مواد	۱۰/۸۴۷	۱۰/۵۰۰	۰/۳۴۶۹	۲۱/۳۴۸
ریسک ۲۱	ریسک ایمنی	۱۰/۵۱۳	۹/۷۸۲	۰/۷۳۱۱	۲۰/۲۹۴
ریسک ۲۲	ریسک عملکرد تأمین	۱۰/۵۴۸	۹/۹۹۵	۰/۵۵۳	۲۰/۵۴۲
ریسک ۲۳	ریسک موجودی	۱۰/۲۵۴	۱۰/۰۲۴	۰/۲۳۰۹	۲۰/۲۷۸

همچنین وضعیت ۸ ریسک شناسایی‌شده بر روی نمودار روابط علل معیاری درروش دیمتل، به ترتیب به شرح شکل ۳ است. مطابق اطلاعات شکل ۳؛ ۲ ریسک از مجموعه ۸ ریسک شناسایی‌شده دارای تأثیر بالا هستند و بقیه ریسک‌ها وضعیت متعادل‌تری دارند. شرح موقعیت قرارگیری هرکدام از این ریسک‌ها، به‌طور شهودی نشان داده‌شده است.



شکل۳- نمودار موقعیت ریسک‌های شناسایی‌شده.
Figure 3- Graph of the position of identified risks.

اکنون با استفاده از روش تلفیقی FMEA و روش AHP به ارزیابی و سطح تأثیرگذاری ریسک‌های شناسایی‌شده پرداخته می‌شود.

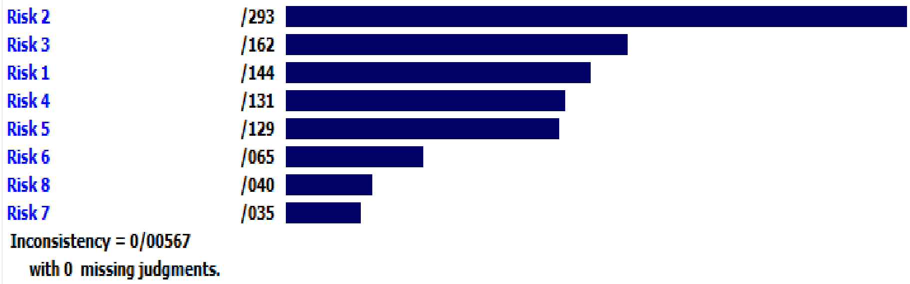
۴ـ۲ـ یافته‌های رتبه‌بندی ریسک‌های مهم با استفاده از روش AHP

پس از در پردازش داده‌ها با نرم‌افزار اکسپرت چویس، نکته مهم برای پردازش‌ها با این روش این است که برای ارزیابی پایایی پرسشنامه‌های طراحی‌شده جهت آنالیز سلسله مراتبی مجموعه ریسک‌ها؛ از مقدار «نرخ ناسازگاری» استفاده می‌شود؛ که این نرخ باید برای هر پرسشنامه؛ کمتر از ۰/۱ باشد تا پایایی پرسشنامه‌های جمع‌آوری‌شده؛ تائید شود (فتاحی و خلیل زاده، ۲۰۱۸). در جدول ۵؛ نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۰۵۶۷ به‌دست‌آمده و اعتبار یافته‌ها را تائید می‌نماید. همچنین مطابق اطلاعات جدول ۴؛ به ترتیب وزن ریسک‌های: ریسک شکست سیستم اطلاعات، ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها، ریسک هزینه تهیه و توزیع، ریسک تدارکات، ریسک نیروی انسانی، ریسک فنی، ریسک ایمنی و ریسک عملکرد تأمین به ترتیب برابر: ۰/۱۴۴، ۰/۲۹۳، ۰/۱۶۲، ۰/۱۳۱، ۰/۱۲۹، ۰/۰۶۵، ۰/۰۴۰ و ۰/۰۳۵ به دست آمد.

جدول ۵- یافته‌های آنالیز رتبه‌بندی با AHP برای ریسک‌های مهم.
Table 5- Findings of ranking analysis with AHP for significant risks.

ردیف	عامل	نماد اختصاری	وزن	رتبه
۱	ریسک شکست سیستم اطلاعات	Risk 1	۰/۱۴۴	۳
۲	ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها	Risk 2	۰/۲۹۳	۱
۳	ریسک هزینه تهیه و توزیع	Risk 3	۰/۱۶۲	۲
۴	ریسک تدارکات	Risk 4	۰/۱۳۱	۴
۵	ریسک نیروی انسانی	Risk 5	۰/۱۲۹	۵
۶	ریسک فنی	Risk 6	۰/۰۶۵	۶
۷	ریسک ایمنی	Risk 7	۰/۰۳۵	۸
۸	ریسک عملکرد تأمین	Risk 8	۰/۰۴۰	۷

همچنین در شکل ۴؛ نمودار مربوط به وزن هرکدام از ریسک‌های شناسایی‌شده، آمده است. مطابق اطلاعات شکل ۴؛ بیشترین و بااهمیت‌ترین ریسک مربوط به ریسک ۲ است. میزان نرخ ناسازگاری نیز برابر ۰/۰۰۵۶۷ به‌دست‌آمده که نشان می‌دهد نتایج یافته‌های روش AHP معتبر است.



شکل ۴- نمودار وزن‌های به‌دست‌آمده از روش AHP برای ریسک‌های مهم.
Figure 4- Graph of weights obtained from AHP method for significant risks.

اکنون مطابق چارچوب ارائه‌شده برای گام‌های تحقیق حاضر، پس از شناسایی ریسک‌های موجود در پروژه‌های انتخابی هلدینگ موردمطالعه، اکنون با استفاده از روش FMEA به ارزیابی و کنترل ریسک‌های با استفاده از روش استنتاج فازی در سه حیطه: احتمال وقوع، شدت اثر و احتمال کشف پرداخته می‌شود. برای این کار با استفاده از پرسشنامه مخصوص روش FMEA، داده‌های موردنیاز از خبرگان در دسترس جمع‌آوری شد. سپس مطابق گام‌های تحقیق، ابتدا مقادیر اولیه و سپس مقادیر نهایی برای هرکدام از سه مخلفه نامبرده به دست آمد.

۴ـ۳ـ یافته‌های ارزیابی ریسک‌های شناسایی‌شده با استفاده از روش FMEA

پس از دریافت نظرات خبرگان، از نظرات میانگین گرفته و مطابق گام‌های روش FMEA مقادیر اولیه برای احتمال وقوع، شدت اثر و احتمال کشف هر ریسک محاسبه شد. لذا جهت به دست آوردن مقادیر RPN برای هرکدام از ریسک‌ها، در این مرحله با ضرب وزن‌های به‌دست‌آمده از روش AHP در مقادیر عددی به‌دست‌آمده از روش FMEA مقادیر RPN هر ریسک حاصل شد. در جدول ۶؛ مقادیر محاسبه‌شده برای هرکدام از این ریسک‌ها به تفکیک آمده است. مطابق اطلاعات جدول ۶؛ بیشترین احتمال وقوع ریسک برابر ۲/۶۷ درصد برای ریسک دوم؛ بیشترین شدت اثر برابر ۲/۷۶ درصد برای ریسک چهارم؛ و بیشترین احتمال کشف ریسک برابر ۳/۱۳ درصد برای ریسک چهارم به‌دست‌آمده است. همچنین نتایج RPN نهایی پس از تأثیر دادن وزن هر ریسک بر مقدار RPN اولیه آن، نتایج متفاوتی ارائه می‌دهد. البته مقادیر RPN تمامی ریسک‌ها پایین بوده و این نشان از حاد نبودن ریسک‌های شناسایی‌شده است.

جدول ۶- مقادیر نهایی RPN ریسک‌ها.
Table 6- RPN final values of risks.

	احتمال کشف نهایی	شدت اثر نهایی	احتمال وقوع نهایی	مقدار RPN
ریسک ۱	۲/۷۵۸۳۱	۲/۶۳۹۴۴۳	۲/۵۷۰۳۸۵	۱۸/۷۱۳۴۳۹
ریسک ۲	۱/۸۹۸۳۱	۲/۳۱۱۳۶۹	۲/۶۷۴۴۴۲	۱۱/۷۳۴۶۳۴
ریسک ۳	۱/۱۴۰۸۴۵	۱/۵۳۵۱۳۲	۱/۵۴۴۴۲۲	۲/۳۸۴۱۴۶
ریسک ۴	۳/۱۳۶۶۲	۲/۷۶۵۸۹۳	۲/۵۵۰۹۱۳	۲۲/۱۳۰۵۸۵
ریسک ۵	۰/۷۹۹۴۳۷	۰/۸۳۸۰۵۱	۱/۰۷۲۸۱۹	۰/۷۱۸۷۵۵
ریسک ۶	۰/۴۵۷۷۴۶	۰/۵۲۷۸۴۲	۰/۵۴۰۵۶۸	۰/۱۳۰۶۱۰
ریسک ۷	۰/۷۶۹۰۱۴	۰/۶۹۸۳۷۶	۰/۶۳۱۸۴۶	۰/۳۳۹۳۳۹
ریسک ۸	۰/۳۲۶۷۶۱	۰/۳۸۹۷۹۱	۰/۳۷۳۲۲۵	۰/۰۴۷۵۳۷

در مرحله بعد با استفاده از مدل ریاضی پیشنهادی، انتخاب استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک انجام می‌شود. در ادامه آنالیز یافته‌های مربوط به مدل ریاضی پیشنهادی به تفکیک آمده است.

اکنون با توجه به قواعد استنتاج فازی سوگنو، ازآنجاکه مقادیر RPN برای هرکدام از ۱۰ ریسک شناسایی‌شده کمتر از ۱۲۵ است، لذا خروجی‌های این مرحله تائید و وارد فازی نهایی مسئله برای انتخاب استراتژی‌های پاسخ به ریسک‌های مهم‌تر می‌شویم؛ اما با توجه به نیاز تحقیق، نتایج استنتاج فازی؛ به شرح زیر به‌دست‌آمده است:

For Risk i: If RPN ≤125 Then Result is Ok

درنتیجه برای هر ۱۰ ریسک با توجه به نتایج جدول ۷ داریم:

For Risk 1:	If	RPN R1 =7.55560≤125	Then	Result is Ok
For Risk 2:	If	RPN R2 =9.37130≤125	Then	Result is Ok
For Risk 3:	If	RPN R3 =50.2653≤125	Then	Result is Ok
For Risk 4:	If	RPN R4 =19.4073≤125	Then	Result is Ok
For Risk 5:	If	RPN R5 =49.1969≤125	Then	Result is Ok
For Risk 6:	If	RPN R6 =0.94730≤125	Then	Result is Ok
For Risk 7:	If	RPN R7 =1.75780≤125	Then	Result is Ok
For Risk 8:	If	RPN R8 =0.20380≤125	Then	Result is Ok
For Risk 9:	If	RPN R9 =2.52150≤125	Then	Result is Ok
For Risk 10:	If	RPN R10 =1.60380≤125	Then	Result is Ok

لذا نتایج هر ۱۰ ریسک از فیلتر قواعد استنتاج سوگنو تائید شده و بنابراین ریسک‌های ۶، ۸، ۱۰، ۷، ۹ و ریسک ۱ به ترتیب با عدد RPN برابر ۰۰/۹۴۷۳، ۰/۲۹۳۸، ۱/۶۰۳۸، ۱/۷۵۷۸، ۲/۵۲۱۵ و ۷/۵۵۵۶ به علت بسیار کم‌اهمیت بودن و ناچیز بودن تأثیر آن‌ها، از لیست ده‌تایی ریسک‌ها کنار گذاشته می‌شوند و مدل ریاضی با در نظر گرفتن وجود ۴ ریسک مهم؛ کد نویسی و حل می‌شود تا استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک در این حالت نیز انتخاب می‌شوند. در ادامه یافته‌های این بخش ارائه و نتایج آن تحلیل می‌شوند.

۴-۴- یافته‌های مدل ریاضی چندهدفه پیشنهادی

مدل ریاضی دوهدفه جهت انتخاب استراتژی بهینه پاسخ به ریسک بوده که به‌عنوان یک مسئله برنامه‌نویسی دوهدفه در نرم‌افزار گمز ورژن 24.1.3 با استفاده از یک لپ‌تاپ ۳۲ بیتی با CPU اینتل (P6200 2.13GHz) و RAM 2 گیگابایتی با ویندوز ۸/۱ حل و به پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم کد شده است؛ بنابراین مدل در نرم‌افزار گمز کد نویسی و آنالیز حساسیت و تحلیل ورودی‌ها خروجی‌های مدل در ادامه فصل آمده است. در ادامه نتایج حاصل از حل قطعی مدل در نرم‌افزار گمز ارائه‌شده و تحلیل‌های لازم نیز انجام‌شده است. برای کد نویسی مدل در نرم‌افزار گمز ورودی‌های مجموعه‌ها شامل مقادیر پارامترهای مربوط به: ۳ پروژه، ۵ منابع انسانی، ۴ ماشین، ۳ نوع مواد خام، ۴ دوره زمانی، ۴ فعالیت کاری، ۸ ریسک و ۸ استراتژی پاسخ به ریسک بوده است.

پس از حل مدل در نرم‌افزار گمز، خروجی‌های شامل مقادیر متغیرهای تعریف‌شده در مسئله و مقادیر تابع هدف است. در مدل پیشنهادی دو متغیر x_{jt} (متغیر باینری که اگر پروژه j برای سرمایه‌گذاری در دوره t انتخاب شود ۱ و در غیر

این صورت صفر) و متغیر z_{jar} (متغیر باینری که اگر استراتژی پاسخ a برای حادثه ریسک r و در پروژه j بکار گرفته شود عدد۱ و در غیر این صورت صفر) تعریف شد. جدول ۷؛ اطلاعات خروجی مربوط به متغیر x_{jt} را نشان می‌دهد. مطابق اطلاعات جدول ۷، برای هر سه دوره زمانی؛ پروژه اول برای سرمایه‌گذاری انتخاب‌شده و حداقل سازی هزینه‌ها در سطح مناسب و حداکثر سازی سود نیز در سطح مناسبی است. در رابطه با تعامل بین استراتژی‌ها، استراتژی سوم یک استراتژی سازنده و مناسب تشخیص داده‌شده است.

جدول ۷- خروجی مربوط به متغیر x_{jt}.
Table 7- Output related to variable xjt.

		مقادیر و نتایج		
		objfunc1	objfunc2	ارتباط بین استراتژی‌ها
متغیرxjt	X(1,1)	ـ ۴۵	ـ ۱۶۲۲	(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)
	X(1,2)	ـ ۳۰	ـ ۱۵۷۵	(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)
	X(1,3)	ـ ۵۰	ـ ۱۳۵۰	(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)

در جدول ۸؛ اطلاعات خروجی مربوط به متغیرz_{jar} را نشان می‌دهد. مطابق اطلاعات جدول ۸، استراتژی پاسخ ۱ برای حادثه ریسک ۱ و در هر سه پروژه انتخاب‌شده است. در رابطه با تعامل بین استراتژی‌ها، استراتژی سوم یک استراتژی سازنده و مناسب تشخیص داده‌شده است. منفی بودن علامت مقادیر توابع به مفهوم بهبود حاصل‌شده در مقادیر است. به‌عنوان‌مثال؛ میزان سود حداکثر شده پس از به‌کارگیری استراتژی پاسخ ۱ برای ریسک ۱ و در پروژه ۱ میزان ۱۳ واحد پولی بهبود، برای پروژه دوم ۱۱ واحد بهبود و برای پروژه سوم نیز ۹ واحد بهبود داشته است. بعلاوه؛ میزان حداقل سازی هزینه‌ها پس از به‌کارگیری استراتژی پاسخ ۱ برای ریسک ۱ و در هر سه پروژه؛ بهبودی به میزان ۲۰ واحد پولی در پی داشته است.

جدول ۸- خروجی مربوط به متغیر z_{jar}.
Table 8- Output related to fire variable.

		مقادیر و نتایج		
		objfunc1	objfunc2	ارتباط بین استراتژی‌ها
متغیرzjar	Z(1,1,1)	ـ ۱۳	ـ ۲۰	(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)
	Z(1,1,2)	ـ ۱۱	ـ ۲۰	(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)
	Z(1,1,3)	ـ ۹	ـ ۲۰	(LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0.)

همچنین زمان حل مدل برابر 0:00:00:015 بوده که زمان حل مناسبی است و لذا مدل پیشنهادی توانست انتخاب استراتژی بهینه در هلدینگ همراه اول را انجام دهد و پروژه مناسب سرمایه‌گذاری را نیز انتخاب نماید.

۵ـ نتیجه‌گیری

این تحقیق باهدف طراحی یک سیستم خبره فازی نوین برای مدیریت ریسک سبد پروژه در یک هلدینگ همراه اول انجام شد. برای این کار ابتدا ریسک‌های موجود در چهار پروژه در دست اجرای این هلدینگ با استفاده از روش دیمتل توسعه داده‌شده و در اکسل شناسایی شد. سپس با استفاده از روش‌های FMEA فازی در اکسل و روش AHP در

نرم‌افزار اکسپرت چوییس؛ ریسک‌های شناسایی‌شده ارزیابی و مهم‌ترین ریسک‌ها مشخص و در گام آخر نیز با استفاده از یک مدل ریاضی پیشنهادی و حل آن در نرم‌افزار گمز؛ به پاسخ‌دهی به ریسک‌های مهم انجام شد. بر این اساس یافته‌های تحقیق نشان داد که تعداد بیست‌وسه ریسک در پروژه‌های در حال اجرا از هلدینگ همراه اول موردمطالعه شناسایی شد و یافته‌های حاصل از روش دیمتل توسعه داده‌شده عبارت‌اند بودند از: ریسک شکست سیستم اطلاعات، ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها، ریسک هزینه تهیه و توزیع، ریسک تدارکات، ریسک نیروی انسانی، ریسک فنی، ریسک ایمنی و ریسک عملکرد تأمین. سپس با استفاده از روش AHP ریسک‌ها رتبه‌بندی شدند. یافته‌های روش FMEA نیز نشان داد که به ترتیب: ریسک شکست سیستم اطلاعات، ریسک قوانین، مقررات و ضمانت‌نامه‌ها، ریسک هزینه تهیه و توزیع، ریسک تدارکات، ریسک نیروی انسانی، ریسک فنی، ریسک ایمنی و ریسک عملکرد تأمین مهم‌ترین تا کم‌اهمیت‌ترین ریسک بودند. یافته‌های حاصل از حل و اجرای مدل ریاضی در نرم‌افزار گمز هم نشان داد که مدل پیشنهادی از کارایی و قابلیت لازم برای انتخاب استراتژی‌های بهینه پاسخ به ریسک‌ها برقرار است. لذا سیستم خبره فازی نوین پیشنهادی نیز از قابلیت و کارایی لازم برای مدیریت ریسک سبد پروژه در هلدینگ موردمطالعه، برخوردار است. البته این تحقیق با توجه به حفظ محرمانگی اطلاعات، محدودیت‌هایی مانند دسترسی به اطلاعات داشته است. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود عدم قطعیت و مسائل زیست‌محیطی در مدل تأثیر داده شود و با الگوریتم‌های فراابتکاری نیز مسئله حل گردد.

منابع

Bagherian, Sh., & Shadrokh, Sh. (2015). *Portfolio risk management system methodology design* (Master thesis, Sharif University of Technology). Retrieved from https://civilica.com/doc/74038/

Poursadegh, N., Farshchi, M. R., & Movahedi Sefat, M. R. (2013). Risk management in military contexts: a game-based assessment approach. *Military management quarterly*, *13*(51), 1-44. (In Persian). URL: http://jmm.iranjournals.ir/article_7577.html?lang=en

Rahnamay Rud-Poshti, F., & Molaei, M. (2012). Portfolio risk management using revised value-at-risk (VaR) models. *Quarterly journal of financial engineering and securities management, 13*(3), 123-152. (In Persian). URL: http://fej.iauctb.ac.ir/article_511704.html?lang=fa

Haji Khani, P., & Hasanzade, M. R. (2016). *Provide a model for assessing and managing project risk in organizations* (Master thesis, Tehran University of Science and Culture). Retrieved from https://civilica.com/doc/43859/

Salami, A., & Fadavi, A. (2014). *Identify the risks of the project-based organization and rank them using multi-criteria decision-making techniques* (Master thesis, Islamic Azad University). Retrieved from https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=168672

Saybani, M., Hatami, F., Heravi, H. (2018). Prioritizing risks and proposing a risk management model in wind farms developments according to project management standard. *Amirkabir journal of civil engineering*, *50*(4), 801-812. (In Persian). URL: https://ceej.aut.ac.ir/article_2657.html?lang=en

Shaneghi, K., & Mohammadifar, H. (2007). Investigating risk management with a risk measurement approach in portfolio matrices. *Fifth international management conference*, (p. 1-5).

Sadeghi, A., Khatami, M. A., & Maghsoudi, A. (2011). *Evaluation and ranking of common risks in the life cycle phases of Tehran municipality construction projects using fuzzy TOPSIS technique (case study: Chitgar artificial dam and lake)* (Master thesis, Allameh Tabatabai University). Retrieved from https://fiload.ir/product/25646/aa/3592

Soofifard, R., Khakzar Bafruei, M. (2016). An optimal model for project risk response portfolio selection (P2RPS) (case study: research institute of petroleum industry). *Iranian journal of management studies*, *9*(4), 741-765. (In Persian). URL: https://ijms.ut.ac.ir/article_59374.html?lang=en

Falegari, M., Jabbaezade, Y., & Fazlzade, A. R. (2015). *The effect of portfolio risk management on project portfolio success, with the mediating role of risk management quality by considering internal and external dynamics* (Master thesis, University of Management and Accounting). Retrieved from https://elmnet.ir/article/20563399-31412/

Ghasemi, F., Sari, M. H., & Falsafi, R. (2015). *Provide an effective solution for project portfolio risk analysis* (Master thesis, Tehran University of Arts). Retrieved from https://hotel-yab.ir/?t=1001&e=33025978&ref=sayer

Enayati, A., Soltanpanah, H., Qari Quran, A. (2013). A Survey on the risk management in water transmission projects (case study: Kurdistan regional water company). *Quarterly journal of industrial management*, *8*(26), 25-36. (In Persian). URL: http://imj.iausdj.ac.ir/article_537270.html?lang=en

Ebadati, M., & Barmayehvar, B. (2018). Evaluation, prioritization and risk management in Excavation projects. *Disaster prev. manag. know,* *8*(4), 365-372. (In Persian). URL: http://dpmk.ir/article-1-223-fa.html

Moazam-jazi, Z., Hamedi, M., & Esmaeiliat, GH. R. (2016). Identification, qualitative analysis and clustering of risk of airline projects based on P M B O K. *Sharif journal of industrial engineering and management*, *32*(2), 35-46. (In Persian). URL: https://www.magiran.com/paper/1700306

Hatefi, M. A., Rostami, M., Nofte, N., & Bazgir, B. (2016). Design and implementation of a decision support system for project risk management in Sarkhon and Qeshm gas refineries. *International journal of industrial engineering and production management*, *27*(4), 617-633. (In Persian). URL: http://ijiepm.iust.ac.ir/article-1-1247-fa.html

Niu, B., Fan, Y., Xiao, H., & Xue, B. (2012). Bacterial foraging-based approaches to portfolio optimization with liquidity risk. *Neurocomputing*, *98*, 90-100.
Charwand, M., Gitizadeh, M., & Siano, P. (2017). A new active portfolio risk management for an electricity retailer based on a drawdown risk preference. *Energy*, *118*, 387-398.
Gampert, M., & Madlener, R. (2011). Pan-European management of electricity portfolios: risks and opportunities of contract bundling. *Energy policy*, *39*(5), 2855-2865.
Ghorbel, A., & Trabelsi, A. (2014). Energy portfolio risk management using time-varying extreme value copula methods. *Economic modelling*, *38*, 470-485.
Karmakar, M., & Paul, S. (2019). Intraday portfolio risk management using VaR and CVaR: a CGARCH-EVT-Copula approach. *International journal of forecasting*, *35*(2), 699-709.
Lee, E., Park, Y., & Shin, J. G. (2009). Large engineering project risk management using a Bayesian belief network. *Expert systems with applications*, *36*(3), 5880-5887.
Mensi, W., Hammoudeh, S., & Kang, S. H. (2015). Precious metals, cereal, oil and stock market linkages and portfolio risk management: evidence from Saudi Arabia. *Economic modelling*, *51*, 340-358.
Onyiriu, L. (2016). Bank assets Portfolio structure and risk management in developing economies. *Bank risk management in developing economies*, *1*, 297-320.
Polak, G. G., Rogers, D. F., & Sweeney, D. J. (2010). Risk management strategies via minimax portfolio optimization. *European journal of operational research*, *207*(1), 409-419.
Teller, J., & Kock, A. (2013). An empirical investigation on how portfolio risk management influences project portfolio success. *International journal of project management*, *31*(6), 817-829.